



TITLE:

Application of Remote Sensing and Geographic Information System Techniques to Monitoring of Protected Mangrove Forest Change in Sabah, Malaysia(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Nurul, Aini Binti Kamaruddin

CITATION:

Nurul, Aini Binti Kamaruddin. Application of Remote Sensing and Geographic Information System Techniques to Monitoring of Protected Mangrove Forest Change in Sabah, Malaysia. 京都大学, 2016, 博士(地球環境学)

ISSUE DATE:

2016-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19878>

RIGHT:

京都大学	博士 (地球環境学)	氏名	NURUL AINI BINTI KAMARUDDIN
論文題目	Application of Remote Sensing and Geographic Information System Techniques to Monitoring of Protected Mangrove Forest Change in Sabah, Malaysia (マレーシア・サバにおけるマングローブ保護林の変化監視へのリモートセンシングおよび地理情報システムの適用)		
(論文内容の要旨)			
<p>Mangrove forests provide critical ecosystem services, fulfil important socioeconomic and environmental functions, and support coastal livelihood. In Sabah, the mangrove forests have been declining at an alarming rate because of their conversion to agricultural shrimp farms and urban development areas. In order to help resolution of these problems, a method using satellite technology was developed and evaluated in this dissertation for estimating and monitoring the changes in mangrove forests. Use of satellite technology has not yet been explored for investigating mangrove regions in Sabah, so that Sabah was selected as the study area. The mangrove forest at Mengkabong, located in the west cost of Sabah, was focused as the specific study area due to the current concern of mangrove destruction there. Low-cost satellite data of the Landsat series (Thematic Mapper (TM), Enhance Thematic Mapper Plus(ETM+), and Operation Land Imager_Thermal Infrared Sensor (OLI_TIRS) and Moderate Resolution Imager Spectroradiometer (MODIS) data were used in this study to promote cost-effective and long-term monitoring.</p>			
<p>This dissertation is divided into eight chapters. Chapter 1 provided an introduction to the nature of the study and gives a brief background of the overall research problem. The chapter also described the research objectives and justification of the conducted research and its structure. Chapter 2 summarized available literatures pertaining to basic information about mangroves and satellite technology. Applications of remotely sensed data in mangrove studies were reviewed and limitations and advantages of recent and advanced remote-sensing technologies were documented.</p>			
<p>Chapter 3 highlighted the potential of applying developed protocols to process Landsat data series satellite images (TM, ETM+, and OLI_TIRS) for classifying the Mengkabong mangrove area. A protocol was developed for Landsat data acquisition and processing for mangrove classification. The gap-filling process utilized in this study showed good results for producing Landsat ETM+ SLC-off gap-filled data. The use of Landsat data series integrated with conventional classification methods demonstrated the advantages of using low-cost remotely sensed data for mangrove studies. However, there are still several limitations and challenges in the identification of mangrove areas when using these conventional methods.</p>			
<p>Chapter 4 examined potential of recent advanced remote sensing methods for mangrove research. A decision-tree learning method integrated with processed multi-temporal satellite images was applied to classify and detect rapid changes in the Mengkabong mangrove area. Extracted remote sensing data such as greenness and vegetation moisture content with GIS data (digital elevation model (DEM) and distance to coastline) improved the classification accuracy of mangroves especially in</p>			

forest and water vegetation mixed pixels. Results in this chapter showed that the application of the decision-tree learning method in combination with a dataset comprised of multi-temporal Landsat series and GIS data can be effective at delineating spatial and temporal changes in the mangrove forest.

Aquaculture activities such as shrimp pond farming have been identified as a major factor of the degradation of the Mengkabong area. Thus, Chapter 5 investigated potential of MODIS time series data to detect and identify the conversion of mangrove areas to shrimp farms in Mengkabong. A simple and robust statistical method of change analysis was developed and applied to the MODIS enhanced vegetation index (EVI) time-series data. The findings confirmed that the technique developed could be applied to determine the history of mangrove deforestation and the development of aquaculture in the Mengkabong area for a 14-year period (2000–2013).

Chapter 6 provided the developed schematic-protocol for the mangrove monitoring in Sabah by the application of remote sensing techniques. To highlight the advantages of remote sensing technology utilization, cost-effective, and long-term multi-temporal remotely sensed data, Landsat series and MODIS data were focused, and utilized for the application. The methodology protocols included (1) identification of the mangrove problem in the selected area, (2) remotely sensed data preparation, pre-processing, processing and classification analysis, (3) selection of change detection algorithms, and (4) evaluation of the change detection results. The protocols and processing procedures for the Landsat satellite and MODIS data in the previous chapters were proposed as methods. Results showed the usefulness of the developed schematic-protocols for mangrove monitoring in Sabah. Subsequently, monitoring program procedures for a mangrove conservation management plan in Sabah were suggested.

Chapter 7 evaluated the effectiveness of the developed protocol for monitoring protected mangrove forests in Malaysia. The evaluation parameters used were the satellite data characteristics, cost, time-requirement, degree of expertise, and method accuracy. Findings revealed that the availability and ease of access to Landsat and MODIS, the time efficiency, and the cost-effectiveness of the methods will promote the use of these low-cost satellite data for mangrove monitoring and change detection studies.

Chapter 8 described the key findings of the research as a conclusion. Limitations of the study were also underscored. Recommendations on the use of remote sensing technology for monitoring changes in mangrove areas were then given based on identified advantages and limitations of the applied methods.

(論文審査の結果の要旨)

マングローブ林は、生態系サービスの供給、多様な生物種保持、津波などへの防災・緩衝、等々、様々な価値を持ち、その重要性が認識される一方、エビ養殖場への転化、居住地域開発など、各種の社会的圧力により、世界的レベルでは明確な減少傾向にあり、その保全が強く求められている。そのためには、マングローブ林の実態の経時的な把握が基礎情報となるが、生育面積は広大であり、定期的かつ広範囲に定量的な情報を収集することは容易ではなく、衛星によるリモートセンシングデータを活用したモニタリング手法による把握に注目が集まっている。

本研究はそのような背景の中、無償でかつ比較的入手容易なリモートセンシングデータを活用し、マングローブ林の実態を経時的広域的かつ質的量的に把握する手法を検討するものである。研究は、世界で有数のマングローブ林を有するマレーシア・サバ州のMengkabongで行われた。

本研究の学術的に重要な意義として次の2点を示すことができる。一つは、リモートセンシングデータ活用によるマングローブ林把握手順として、従来からある教師付分類法 (Supervised classification)、教師なし分類法 (Unsupervised classification) に加え、DEM (数値標高モデル)・沿岸距離等、地理情報 (GIS) とリモートセンシング情報とに基づく新規分類法を提案している点である。論文では、これら3手法それぞれで土地被覆分類結果を比較し、新たに提案した手法が、現地調査による教師データを必要とする教師付分類法と同精度で、マングローブ林を抽出しうることを示している。このことは、現地調査なしでもマングローブ林のモニタリングが可能なことを示しており、より広範囲、長期間にわたるマングローブ林監視へのリモートセンシングデータ活用を導くものである。

もう一つは、リモートセンシングデータを、単にマングローブ林面積の増減を抽出する手法として活用するだけでなく、その質的变化の観点からも評価する一連の手順を提示した点である。本論文では、対象地域のマングローブ林が1990年から2005年にかけて24%も減少した点を指摘しているが、その一方で、2013年には1990年レベルに回復していることを示した。これはマレーシア・サバ州においてマングローブ林回復のための植林活動による成果を反映しているが、EVI (Enhanced Vegetation Index) 値は回復しておらず、質的な面ではまだまだ保全が重要なことを示していた。本研究では、リモートセンシングデータの入手、その前処理、土地被覆と被覆分類とマングローブ林抽出、さらにその結果の評価に渡る一連の手順を提案することで、その汎用的活用手段の標準化を試みている点で重要である。

一方、地球環境学上の意義としては、無償でかつ比較的入手容易なリモートセンシングデータを活用する手法を提示した点をあげることができる。マングローブ林のほとんどは開発途上国に広がり、高価なリモートセンシングデータを用いた日常的データ管理は困難である。本研究では、無償で入手可能なリモートセンシングデータ

(Thematic Mapper (TM), Enhance Thematic Mapper Plus (ETM+), and Operation Land Imager_Thermal Infrared Sensor (OLI_TIRS) and Moderate Resolution Imager Spectroradiometer (MODIS) data) の利用を検討し、マングローブ林管理に十分な機能を有することを示した。本データは、メートルレベルの高解像度を持つリモートセンシング

データ（IKCONS他）に比べ、解像度は数十メートルレベルとかなり落ちるものの、一方で広範囲をカバーすること、観測頻度が多いことが特徴となっている。これらの特徴は、行政レベルでのマングローブ林把握ではむしろ有利な条件であり、定期的、広範囲分析に適している。本研究は、そのデータ解析の一連の手続きを示しており、実務上の価値も大きく、社会的な意義でもきわめて価値が大きいと考えられる。

以上の成果により、本研究は、地球環境学の発展に大きく貢献した。よって本論文は博士（地球環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成28年2月9日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公開可能日： 年 月 日以降